

0.17 мм, отрабатывается технология получения проволок меньшего диаметра. По результатам сканирующей электронной микроскопии средний размер зерна в полученных образцах составляет около 1 мкм. Рассмотрено влияние оболочки композита на микроструктуру приповерхностного слоя получаемой проволоки и ее свойств. Методом измерения электросопротивления при нагреве от криогенных температур изучены транспортные свойства ультратонких магниевых проволок (как в деформированном, так и в отожженном состояниях).

Полученные в работе результаты представляют как научный, так и практический интерес.

*Работа выполнена в рамках государственного задания (тема «Давление» № АААА-А18-118020190104-3) и при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект РФФИ №18-33-00474).*

1. Gu X.N., Lu Y. et al., Bioact. Mat., 3, 448 (2018).
2. Hwang S.W., Kim D.H. et al., Adv. Funct. Mat., 23, 4087 (2013).
3. Tsuda T., Kawamura Y. et al., LPSO2018 Abstracts, 52 (2018).

## **ВЛИЯНИЕ МЕДИ НА ФОРМИРОВАНИЕ АЛЮМИНИДОВ $Al_3Hf$ В СИСТЕМЕ $Al-Cu-Hf$**

Котенков П.В.<sup>1,2\*</sup>, Попова Э.А.<sup>1</sup>, Гилев И.О.<sup>1</sup>

<sup>1)</sup> Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия

<sup>2)</sup> Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [p.kotenkoff@yandex.ru](mailto:p.kotenkoff@yandex.ru)

## **EFFECT OF COPPER ON THE $Al_3Hf$ ALUMINIDES FORMATION IN THE $Al-Cu-Hf$ SYSTEM**

Kotenkov P.V.<sup>1,2\*</sup>, Popova E.A.<sup>1</sup>, Gilev I.O.<sup>1</sup>

<sup>1)</sup> Institute of Metallurgy, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences

<sup>2)</sup> Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

In Al-Cu-Hf alloys,  $(AlCu)_3Hf$  aluminides having an L12 cubic lattice were obtained, with copper replaces up to 13 at. % of aluminum.

Развитие авиационной промышленности, энергетики и автомобильной отрасли требует поиска новых материалов, которые обладают повышенными механическими свойствами, термической стойкостью при плотности ниже традиционных материалов, способных работать при высоких температурах.

Одним из решений задачи получения легких жаропрочных материалов, работающих при температурах выше 900 К, могут стать сплавы на основе сложных триалюминидов с кубической решеткой структурного типа  $L1_2$ , имеющих

оптимальные пластические свойства и высокую термическую стабильность. Путем частичного замещения алюминия в триалюминиды элементами четвертого периода (Cu, Mn, Zn, Co и др.) можно получить термически стойкие композиты. Аллюминиды такого структурного типа получали методом механического легирования [1-5] и показано, что медь является единственной добавкой, стабилизирующей кубическую решетку  $L1_2$  до более высоких (1550 K) температур.

В данной работе рассмотрено влияние меди на стабилизацию кубической решетки аллюминиды  $Al_3Hf$ , который при нормальных условиях кристаллизации образует тетрагональную решетку структурного типа  $D0_{22}$ .

В печи сопротивления в атмосфере аргона, а также в вакуумно-дуговой печи были синтезированы сплавы с различным соотношением Cu к Hf. Скорость охлаждения сплавов составила  $10^2$ - $10^3$  град/с. Содержание Cu варьировалось от 7.5 до 25 ат. % и Hf от 4.5 до 25 ат. %. Металлографический анализ сплавов с различным атомным соотношением Cu/Hf провели с помощью микроскопа Carl Zeiss EVO 40. Химический состава матрицы и аллюминидов определяли с помощью приставки для рентгеноспектрального микроанализа INCA X-Act. Рентгенофазовый анализ выполнен на дифрактометре XRD-7000. Средний химический состав полученных аллюминидов соответствует составу  $Al_{65}Cu_{10}Hf_{25}$ . Результаты исследования показали возможность синтеза комплексных аллюминидов в системе Al-Cu-Hf более простыми технологическими процессами.

1. K. I. Moon, K. Y. Chang. et al. Journal of Alloys and Compounds., 273, 312 (2000).
2. K. I. Moon, S. H. Lee. et al. Intermetallics., 793, 2(2002).
3. P. B. Desch, R.B. Schwarz. Journal of the Less-Common Metals. 69, 168 (1991).
4. S. H. Lee, K. I. Moon. et al. Intermetallics. 1, 14 (2006).
5. T. Gao, X. Liu. J. Mater. Sci. Technol., 291, 29(3) (2013).